

Operator for car divided control system in motor vehicle, has several electronic units mutually exchanging data via communications system

Patent number: DE19915253

Publication date: 2000-10-05

Inventor: WEIBERLE REINHARD (DE); HECKMANN HANS (DE); KESCH BERND (DE); BLESSING PETER (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: B60R16/02; G08C15/00; H04L12/407; B60T8/00; B60T13/66

- european: H04L12/10; H04L12/407; H04L29/14

Application number: DE19991015253 19990403

Priority number(s): DE19991015253 19990403

Also published as:

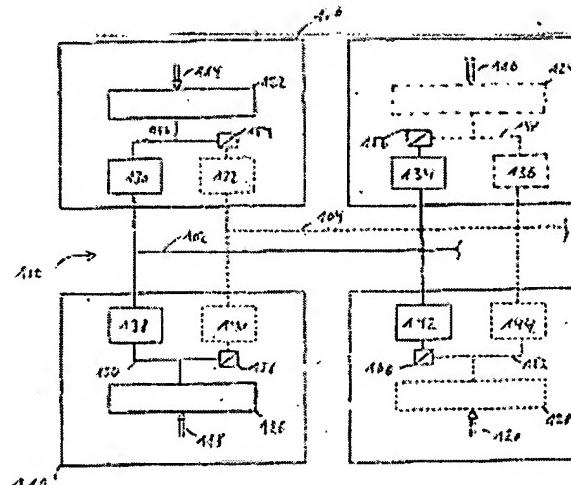
US6525432 (E)

US200218027

JP200033900

Abstract of DE19915253

The system comprises electronic units (106,108,110,112) which mutually exchange data via a communications system (100). There are several independent energy sources, supplying power to the units. The communications system has at least two channels. For each channel there at least one bus driver (130-144). At least two bus drivers are supplied with voltage from one of the two energy sources. The electronic unit (106) has an interface connected to the communications system.



THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 199 15 253 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
B 60 R 16/02
G 08 C 15/00
H 04 L 12/407
B 60 T 8/00
B 60 T 13/66

(21) Aktenzeichen: 199 15 253.5
(22) Anmeldetag: 3. 4. 1999
(43) Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 15 253 A 1

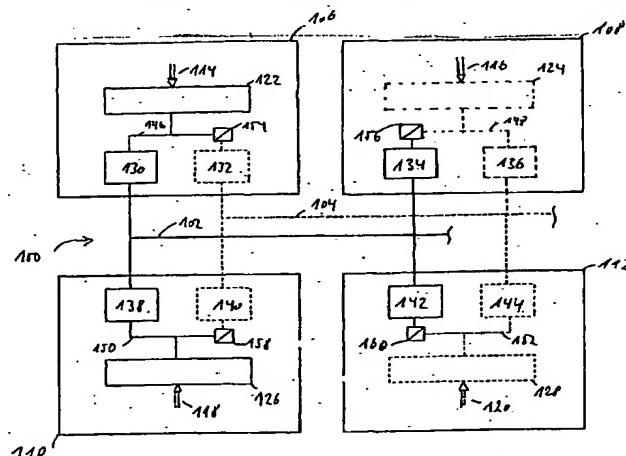
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Heckmann, Hans, 76133 Karlsruhe, DE; Weiberle,
Reinhard, 71665 Vaihingen, DE; Kesch, Bernd,
71706 Markgröningen, DE; Blessing, Peter, Prof.,
74078 Heilbronn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines verteilten Steuersystems in einem Fahrzeug

(55) Es wird eine Vorrichtung zum Betreiben eines verteilten Steuersystems in einem Fahrzeug beschrieben, welche mehrere elektrische Steuereinheiten aufweist, die über ein Kommunikationssystem gegenseitig Daten austauschen. Ferner sind wenigstens zwei voneinander unabhängige Energiequellen vorgesehen, die die Einheiten mit Spannung versorgen. Das Kommunikationssystem ist ein wenigstens zweikanaliges Kommunikationssystem, wobei die für jeden Kanal in einer Einheit vorgesehenen Bustreibe von jeweils einer anderen Energiequelle mit Spannung versorgt werden.



DE 199 15 253 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines verteilten Steuersystems in einem Fahrzeug.

In Kraftfahrzeugen werden derzeit oder in Zukunft in vielen Anwendungsfällen verteilte Steuersysteme eingesetzt, bei welchen dezentrale Elektroniken vorgesehen sind, die vor Ort Stellelemente ansteuern, ggf. im Zusammenspiel mit einer zentralen Steuerungselektronik. Derartige Systeme sind vor allem zur Steuerung von Bremsystemen vorgesehen, sei es bei elektropneumatischen, elektrohydraulischen Bremsanlagen oder Bremsanlagen mit elektromotorischer Zuspansnung der Radbremsen. Darüber hinaus sind derartige verteilte Systeme auch bei der Brennkraftmaschinensteuerung, beispielsweise zur Steuerung einer Drosselklappe einsetzbar, oder bei Lenksystemsteuerungen.

Ein derartiges verteiltes Steuersystem ist beispielhaft in der DE-A 196 34 567 dargestellt. Im dort beschriebenen Beispiel wird eine Bremsanlage dargestellt, welche Radbremsen mit elektromotorischer Zuspansnung aufweist. Zur Bereitstellung der Sollgrößen für die einzelnen Radbremsen ist wenigstens eine zentrale Elektronik vorgesehen, die über wenigstens ein Kommunikationssystem die zur Steuerung der Radbremsen notwendigen Größen an Steuereinheiten abgibt, die vor Ort an den Radbremsen angeordnet sind. Über das Kommunikationssystem empfängt die zentrale Einheit die zur Steuerung der Radbremsen notwendigen Betriebsgrößen, die vor Ort von den einzelnen Radsteuereinheiten ermittelt werden. Zur Sicherstellung der Betriebssicherheit sind für die Versorgung der einzelnen elektrischen Elemente zwei voneinander unabhängige Energiequellen (Batterien, Bordnetze) vorgesehen. Entsprechend werden die einzelnen elektrischen Elemente entweder von beiden Quellen oder von jeweils nur einer Quelle versorgt, um bei Ausfall einer der Quellen einen zumindest teilweisen Betrieb der Bremsanlage aufrechtzuerhalten. Zur Kommunikation zwischen den zentralen Steuereinheiten und den vor Ort angebrachten Steuereinheiten zur Steuerung der Radbremsen sind zwei galvanisch voneinander getrennte Kommunikationssysteme (Bussysteme) vorgesehen. Da auch diese Bussysteme von unterschiedlichen Energiequellen versorgt werden, ist selbst bei Ausfall einer Energiequelle oder eines Kommunikationssystems der zumindest teilweise Betrieb der Bremsanlage weiter möglich.

Beispielsweise aus der Veröffentlichung "VDI Berichte Nr. 1415, 1998, Seiten 325 bis 344" ist ein elektrisches Bremsystem unter Verwendung eines fehlertoleranten, zeitgesteuerten Kommunikationssystems (sog. TTP/C-Kommunikationssystem) bekannt. Bei diesem verteilten Bremsystem werden die einzelnen elektronischen Einheiten durch ein Bussystem miteinander verbunden, wobei die Kommunikation nach einem zeitgesteuerten Protokoll, dem sog. TTP/C-Protokoll, durchgeführt wird. Das Bussystem besteht dabei hardwaremäßig aus zwei zueinander redundanten Bussystemen, wobei zwei Kommunikationskanäle entstehen, zu denen alle elektronischen Systeme des verteilten Steuersystems Zugang haben. Gerade bei sicherheitskritischen Anwendungen, insbesondere beim Betrieb einer Bremsanlage, ist die zumindest teilweise Funktionsbereitschaft der Bremsanlagesteuerung auch bei Ausfall einer Energiequelle notwendig. Dies gilt auch bei Verwendung eines derartigen redundanten Kommunikationssystems mit zeitgesteuertem Protokoll.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, den speziell in Zusammenhang mit einer sicherheitskritischen, verteilten

Steuersystem in einem Fahrzeug auftretenden Anforderungen bezüglich der Energieversorgung auch bei Verwendung eines zeitgesteuerten, redundanten Bussystems zu genügen.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüchen erreicht.

Vorteile der Erfindung

Die Anforderungen bezüglich der Energieversorgung eines Kommunikationssystems beim Einsatz in sicherheitsrelevanten verteilten Steuersystemen in Fahrzeugen, insbesondere bei Bremsystemen, werden auch dann erfüllt,

wenn als Kommunikationssystem ein schlertolerantes Bussystem mit wenigstens zwei unabhängigen Kommunikationskanälen (z. B. mit TTP/C-Protokoll) eingesetzt wird. In besonderer vorteilhafter Weise wird bei Ausfall einer Energiequelle der ordnungsgemäße Betrieb zumindest eines Teils des Kommunikationssystems und damit auch des Steuersystems gewährleistet.

Von besonderem Vorteil ist, daß die Kommunikationskanäle des hardwaremäßig redundant ausgebildeten Bus jeweils von völlig unabhängigen, d. h. galvanisch getrennten Energiequellen versorgt werden und auch selbst galvanisch nicht gekoppelt sind. Somit bleiben die Auswirkungen eines Fehlers, wie z. B. Kurzschluß in einem Energiespeicher oder Masseschluß eines Buskanals, auf den jeweiligen Energiekreis beschränkt und das Gesamtsystem ist noch teilweise funktionsfähig.

Die entsprechenden Vorteile werden nicht nur in Verbindung mit der Verwendung eines TTP/C-Busses, sondern auch bei der Verwendung jeden Bussystems mit redundanten Kommunikationskanäle vorzugsweise mit zeitgesteuertem Protokoll erreicht.

Besonders vorteilhaft ist, daß die Redundanz sowohl bezüglich der physikalischen Übertragung als auch bezüglich der Spannungsversorgung des Busses gewährleistet ist. Dies verbessert Verfügbarkeit und Betriebssicherheit des Steuersystems erheblich.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung wird die galvanische Trennung durch Opto-Elemente bereitgestellt.

Besonders vorteilhaft ist, daß die Redundanz bezüglich der Energieversorgung des Busses dadurch realisiert ist, daß die Bustreiberbausteine eines an den Bus angeschlossenen elektronischen Systems für jeden Kanal von unterschiedlichen Energiequellen versorgt werden, während der eigentliche, für jedes System nur einmal für beide Kanäle vorhandene Controller-Baustein für den Buszugriff an nur eine Energiequelle angeschlossen ist. Auf diese Weise ist es bei Ausfall einer Energiequelle zumindest Teilen des verteilten Systems weiter möglich, über den noch funktionsfähigen Kanal zu kommunizieren.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig.

1 zeigt dabei ein verteiltes Steuersystem, bei welchem ein Kommunikationssystem mit wenigstens zwei redundanten Kommunikationskanälen eingesetzt wird, welches von unterschiedlichen Energiequellen versorgt wird. In Fig. 2 ist eine bevorzugte Anwendung der in Fig. 1 dargestellten Lösung am Beispiel eines Bremsystems mit verteilter Elektronik dargestellt.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 2 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein Steuersystem mit verteilter Elektronik im Fahrzeug am Beispiel eines Bremsystems. Es ist eine zentrale Einheit 10 vorgesehen, welche über entsprechende Eingangsleitungen 12, 14 und 16 von entsprechenden Meßeinrichtungen 18, 20, 22 verschiedene Größen einliest, welche die Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer repräsentieren. Die Einheit 10 enthält wenigstens zwei Mikrocomputer, welche jeweils von einem der beiden Energiequellen E1 bzw. E2 mit Strom versorgt werden. Die beiden Mikrocomputer bilden jeweils abhängig von den eingelesenen Betätigungsgrößen Sollgrößen für die Radbremsen (FV), die sie über das Kommunikationssystem 24 an die im Bereich der Radbremsen angebrachten Steuereinheiten 26, 28, 30 und 32 abgeben. Diese steuern über Ansteuerleitungen 34 und 36, 38 und 40, 42 und 44, 46 und 48 elektromotorisch betriebene Bremsensteller 50, 52, 54 und 56 im Sinne der Vorgabewerte an. Ferner ist eine Verarbeitungseinheit 58 vorgesehen, welche unter Berücksichtigung radindividueller Funktionen radindividuelle Bremsensollwerte F1 bis F4 ermittelt und an die entsprechenden Steuereinheiten 26 bis 32 über das Kommunikationssystem 24 übermittelt. Bei der Ansteuerung der Bremsensteller bzw. bei der Berechnung der radindividuellen Funktionen in der Verarbeitungseinheit 58 werden rad-spezifische Größen verwendet, z. B. die ausgeübten Bremskräfte F1 bis F4i, die entsprechenden Radgeschwindigkeiten n1 bis n4 sowie die Stellwege sh1 bis sh4 der entsprechenden Radbremsen, die, soweit sie zur Durchführung der Funktionen in anderen Einheiten benötigt werden, über das Kommunikationssystem 24 an andere Einheiten übermittelt werden. Dabei können auch abgeleitete Betriebsgrößen übermittelt werden, wie beispielsweise die Radbeschleunigungen b1 bis b4, die aus der Radgeschwindigkeit in den Radeinheiten abgeleitet werden. Die Steuereinheiten 26 bis 32 bzw. die Verarbeitungseinheit 58 umfassen jeweils wenigstens einen Mikrocomputer, der die ihr zugewiesenen Funktionen durchführt.

Alle genannten Steuereinheiten sind an das Kommunikationssystem 24 über einen Schnittstellenbaustein (Controller und Treiber) angeschlossen. Beim verwendeten Kommunikationssystem 24 handelt es sich um ein hardwaremäßig redundantes Kommunikationssystem, welches zwei voneinander unabhängige Übertragungskanäle bietet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Kommunikationssystem mittels eines zeitgesteuerten Protokolls betrieben, beispielsweise eines Protokolls nach der Spezifikation TTP/C. Zur Sicherstellung der Betriebssicherheit des Steuersystems auch bei Ausfall einer der Energiequellen werden wenigstens die Schnittstellenbausteine, welche die Kommunikation der einzelnen Einheiten über das Kommunikationssystem 24 sicherstellen, von beiden Energiequellen E1 und E2 versorgt. Dies ist in Fig. 2 durch die Zuführung beider Energiequellen zu den einzelnen Steuereinheiten skizziert.

Das Kommunikationssystem 24 besteht physikalisch aus zwei redundanten Bussystemen, beispielsweise aus zwei herkömmlichen CAN-Bussen. Ein Schnittstellenbaustein steuert für beide Kanäle für jede an das Kommunikationssystem angeschlossene Einheit den Sende- und Empfangsvorhang über das Kommunikationssystem. Der Schnittstellenbaustein umfaßt wenigstens einen für beide Kanäle gemeinsamen Controller und für jeden Kanal einen separaten Bustreiber. Erfindungsgemäß ist eine Redundanz bezüglich der Energieversorgung vorgesehen, wobei alle Bustreiber eines ersten Kanals mit der Versorgungsspannung VCC1 aus der ersten Energiequelle E1 und alle Bustreiber des zweiten Kanals mit der Versorgungsspannung VCC2 aus der Energie-

quelle E2 versorgt werden. Dies hat zur Folge, daß die Bustreiber einer Schnittstelle zum Kommunikationssystem aus zwei unterschiedlichen Energiequellen gespeist werden. Der jeweilige Mikrocomputer der an das Kommunikationssystem angeschlossenen Einheit und der Buscontroller selbst werden jeweils nur aus einer der Energiequellen versorgt. Dies ist beispielsweise im Ausführungsbeispiel einer Bremsanlage derart, daß zwei Bremskreise gebildet werden, nach der beispielsweise der Mikrocomputer und der Buscontroller der Steuereinheiten, die die Vorderradbremsen steuern, an die erste Energiequelle, die Elemente, die die Hinterachsbremsen steuern, an die zweite Energiequelle angeschlossen sind. Auch eine diagonale Aufteilung ist sinnvoll.

Um eine galvanische Kopplung der beiden Energiequellen über Signal- und Verbindungsleitungen zwischen Bustreibern und Buscontroller zu vermeiden, ist ein galvanisches Trennlement in diesen Leitungen vorgesehen. Dieses Trennlement ist vorzugsweise in Form eines Opto-Kopplers ausgeführt. In jeder Verbindungsleitung zwischen dem Controller und dem durch eine andere Energiequelle versorgten Bustreiber muß ein Trennlement vorhanden sein.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Busschnittstelle ist anhand eines allgemeinen Ausführungsbeispiels in Fig. 1 dargestellt, welches für alle Anwendungen mit verteilten Elektroniksystemen anwendbar ist, die mit einem Kommunikationssystem mit zwei unabhängigen Übertragungskanälen verbunden sind.

Fig. 1 zeigt ein Kommunikationssystem 100, welches aus wenigstens zwei redundanten Bussen 102 und 104 aufgebaut ist. An dieses Kommunikationssystem sind die in Fig. 1 dargestellten Einheiten 106, 108, 110, 112 sowie ggf. weitere Einheiten angeschlossen, die alle über wenigstens einen Mikrocomputer verfügen. Dieser ist aus Übersichtlichkeitsgründen in Fig. 1 nicht dargestellt, sondern lediglich durch eine entsprechende Verbindungsleitung zu den in Fig. 1 dargestellten Elementen angedeutet (vgl. 114, 116, 118, 120). Im folgenden werden die Einheiten 106 bis 112 als Hostrechner bezeichnet. Die Schnittstelle zum Kommunikationssystem wird in jeder Einheit durch jeweils einen Schnittstellenbaustein gebildet, der wenigstens einen Buscontroller (122, 124, 126, 128) und jeweils zwei Bustreiber 130, 132; 134, 136, 138, 140; 142, 144) aufweist. Jeder dieser Bustreiber ist an eine Busleitung angeschlossen. So ist beispielsweise der Bustreiber 130 an die Busleitung 102 und der Treiber 132 an die Busleitung 104 angeschlossen. Über interne Signalleitungen 146, 148, 150, 152 sind die Bustreiber mit dem (einzigsten) Buscontroller der jeweiligen Einheit verbunden. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel eines TTP/C-Kommunikationssystems sind Buscontroller und Bustreiber in einem Baustein integriert. Dabei werden als Bustreiber im bevorzugten Ausführungsbeispiel, in dem die beiden Busleitungen 102 und 104 herkömmliche CAN-Busse darstellen, herkömmliche CAN-Bustreiber eingesetzt. Wie oben dargestellt, werden die in Fig. 1 dargestellten Elemente von unterschiedlichen Energiequellen mit Strom versorgt. Dabei ist vorgesehen, daß die Stromversorgung für die jeweiligen Bustreiber derart ausgestaltet ist, daß die wenigstens zwei Bustreiber einer Einheit von zwei unterschiedlichen Energiequellen (E1, E2 mit Spannungen VCC1, VCC2) gespeist werden. Entsprechend sind die von der Energiequelle E2 versorgten Elemente in Fig. 1 gestrichelt, die von der Energiequelle E1 versorgt mit durchgezogenen Linien dargestellt. Ergebnis ist, daß der Treiberbaustein eines der beiden Busse (und damit der entsprechende Übertragungskanal) von der ersten Energiequelle, der Treiberbaustein des anderen von der anderen Energiequelle mit Spannung versorgt wird.

Der Buscontroller selbst wird nur von einer Energiequelle mit Spannung versorgt. Dabci ist die Zuordnung der Buscontroller zu den einzelnen Energiequelle mit Blick auf die Funktion des Steuersystems festzulegen. Bei Bremsanlagen ist wie oben erwähnt, die Aufteilung derart, daß auch bei Ausfall einer Energiequelle eine relevante Bremswirkung allein auf der Basis des noch mit Hilfe der anderen Energiequelle funktionsfähigen Teilsystems durchgeführt wird. Entsprechend sind im vorliegenden Beispiel der Fig. 1 die Controller 122 und 126 der Energiequelle E1, die Controller 124 und 128 der Energiequelle E2 zugeordnet. Entsprechendes gilt auch für die in Fig. 1 nicht dargestellten Mikrocomputern der einzelnen Einheiten.

Im Betrieb des Steuersystems nach Fig. 1 werden die zu sendenden Daten von jeder Einheit immer auf beiden Kanälen gesendet, so daß bei Ausfall einer Energiequelle der Informationsaustausch zumindest teilweise aufrechterhalten werden kann.

Um galvanische Kopplungen zwischen den einzelnen Energiekreisen zu vermeiden, insbesondere über die Signalleitungen zwischen dem Bustreiber und dem Controller, sind in allen den Signalleitungen, die sich zwischen einem Bustreibern und einem Controller mit unterschiedlichen Energiequellen befinden, galvanische Trennelemente 154, 156, 158, 160 vorgesehen, welche im bevorzugten Ausführungsbeispiel als Opto-Koppler ausgestaltet sind. Optional können die Signalleitungen, in denen ein galvanisches Trennelement vorgesehen ist, auch durch optische Übertragungsmedien (Lichtwellenleiter) ersetzt werden.

Die dargestellte Lösung ist in Verbindung mit jedem mindestens zweikanaligen Bussystem anwendbar mit getrennten Bustreiber für jeden Kanal, auch außerhalb der Bremsanlagensteuerung bei allen sicherheitsrelevanten Steuersystemen in Fahrzeugen, die mit verteilter Elektronik arbeiten.

Sind mehr als zwei Kanäle vorgesehen, werden wenigstens zwei der Bustreiber von jeweils einer anderen Energiequelle versorgt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Betreiben eines verteilten Steuersystems in einem Fahrzeug, welches mehrere elektronische Einheiten (106, 108, 110, 112) aufweist, die über ein Kommunikationssystem (100) gegenseitig Daten austauschen, wobei wenigstens zwei voneinander unabhängige Energiequellen (E1, E2) vorgesehen sind, die die Einheiten mit Spannung (VCC1, VCC2) versorgen, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationssystem (100) ein wenigstens zweikanaliges Kommunikationssystem ist, wobei für jeden Kanal wenigstens ein Bustreiber (130 bis 144) vorgesehen ist und wenigstens zwei Bustreiber jeweils von einer anderen Energiequelle (E1, E2) mit Spannung versorgt werden.

2. Vorrichtung zum Betreiben eines verteilten Steuersystems in einem Fahrzeug, wobei eine Schnittstelle vorgesehen ist, die Teil einer einen Teil des verteilten Steuersystems bildenden elektrische Einheit (106) ist und an der ein Kommunikationssystem (100) anschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationssystem (100) wenigstens zweikanalig ist und die in der Schnittstelle enthaltenen wenigstens zwei Bustreiber (130, 132) für jeweils einen der wenigstens zwei Kanäle jeweils von einer anderen Energiequelle (E1, E2) mit Spannung versorgt werden.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittstelle zum Kommunikationssystem (100) einen Buscontrol-

ler (122 bis 128) und wenigstens zwei Bustreiber (130 bis 144) umfaßt, wobei wenigstens einer der Bustreiber (130 bis 144) einer elektrischen Einheit von einer anderen Energiequelle (E1) wie der andere Bustreiber und der Buscontroller versorgt wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Leitungen (146 bis 152), die zwischen dem Buscontroller und dem Bustreiber, der von einer anderen Energiequelle als der Buscontroller versorgt wird, liegen, ein galvanisches Trennelement (154 bis 160) vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Trennelement ein Opto-Koppler ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragung zwischen jeweils dem Buscontroller (122, 124, 126, 128) und wenigstens dem Bustreiber, der von einer anderen Energiequelle als der zugehörige Buscontroller (132, 134, 140, 142) versorgt wird, so realisiert ist, daß keine galvanische Kopplung zwischen diesem Elementen entsteht, vorzugsweise über eine rein optische Übertragung.

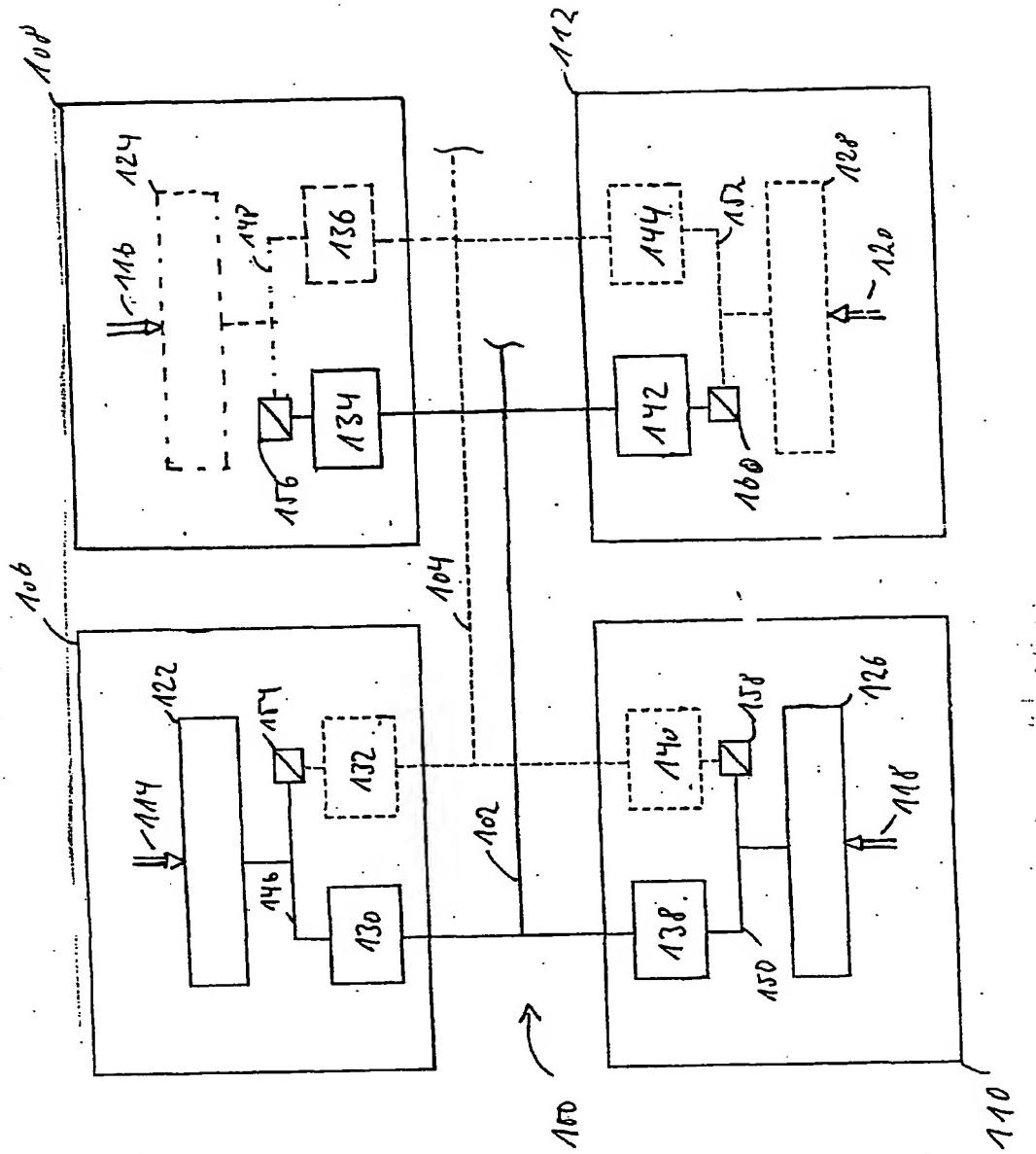
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem aus mehreren elektrischen Einheiten besteht, wobei jede Einheit einen aus Buscontroller und wenigstens zwei Bustreibern bestehenden Schnittstellenbaustein aufweist, wobei ein Bustreiber und der Buscontroller von einer anderen Energiequelle mit Strom versorgt wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem ein Bremssystem ist, bei welchem jeder Radbremse bzw. Radbremsgruppe eine Steuereinheit zugeordnet ist, die über ein Kommunikationssystem mit der oder den anderen Steuereinheiten kommuniziert.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationssystem (100) ein TTP/C-Bus ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



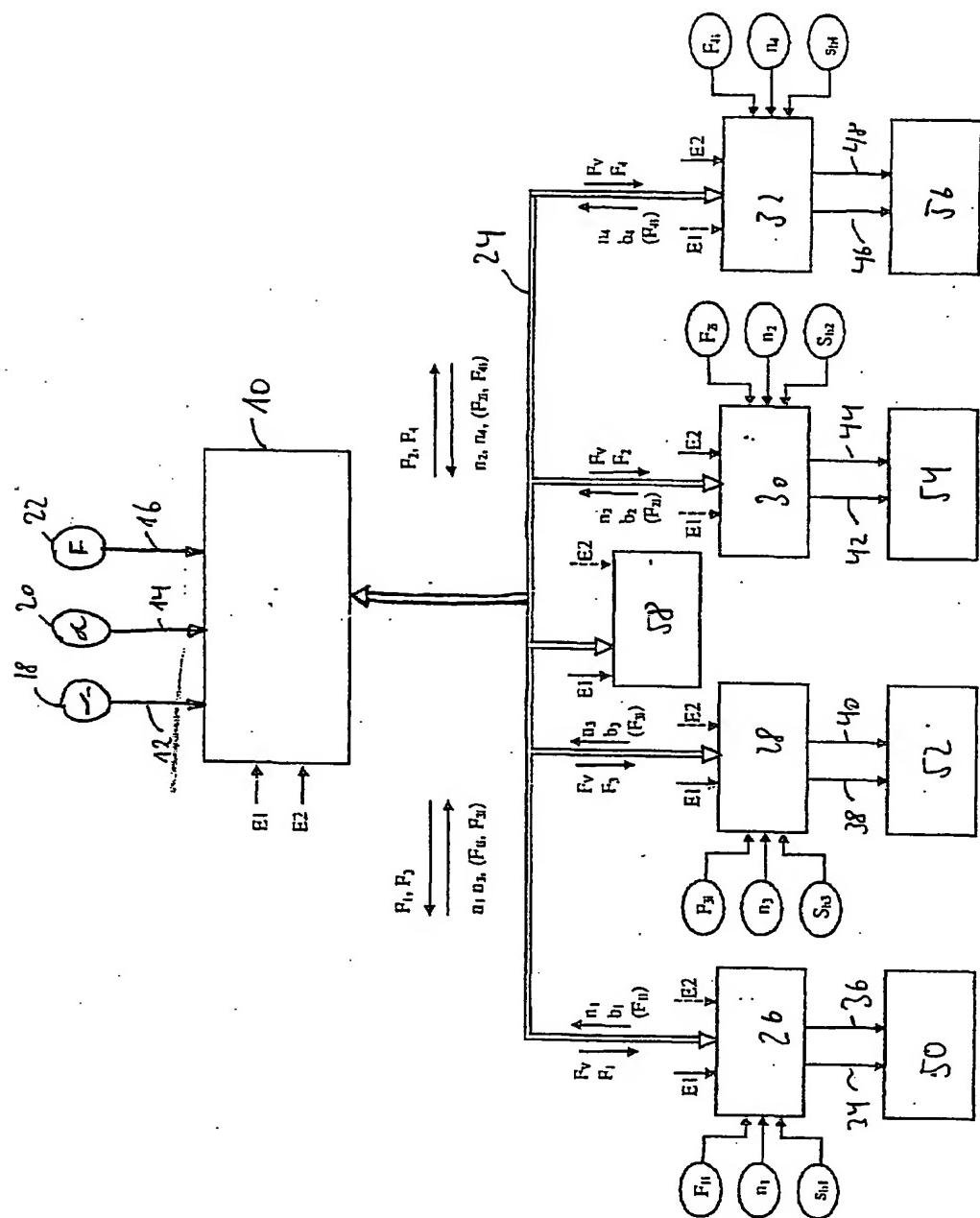


Fig. 2